

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних занять та самостійної роботи
**«МЕТОДИ КОНСТРУЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ»**
(Частина I)

для студентів спеціальності 122
«Комп'ютерні науки»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 24.05.2018 р.

Харків 2019

Методичні вказівки для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».
Методи конструювання об'єктів в комп'ютерних системах. Частина I / укл.
І. Ю. Адашевська. – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – 24 с.

Рецензент: Л.М.Савченко.

Кафедра геометричного моделювання та комп'ютерної графіки

Частина 1. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

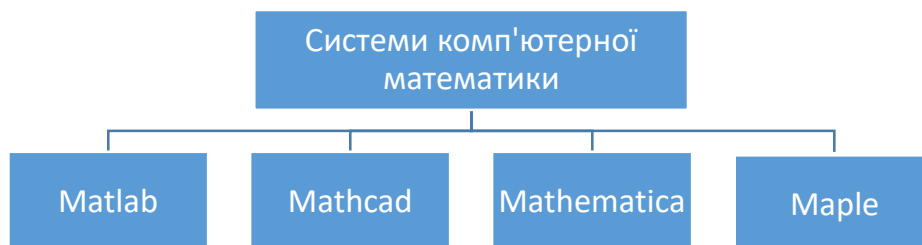
Науковий напрямок «Комп'ютерна математика» – сукупність теоретичних, алгоритмічних, апаратних і програмних засобів, призначених для ефективного вирішення на комп'ютерах усіх видів математичних задач з високим ступенем візуалізації всіх етапів обчислень.

Математичні пакети, такі як Mathcad, Maple, Mathematica, добре пристосовані до проведення розрахунків в природничо-наукових дисциплінах, коли модель задана в аналітичній формі. Зручність варіювання параметрів в поєднанні із заздалегідь визначеною процедурою обробки і візуалізації результатів істотно полегшує дослідження. Програмування зводиться до написання відносно невеликих за обсягом програм, що складаються в основному з макрооператорів.

З точки зору моделювання мехатронних об'єктів основним і, мабуть, єдиним достоїнством систем комп'ютерної математики є математична прозорість обчислень і легкість створення об'єктів, які здійснюють математичні обчислення. До числа недоліків можна віднести відсутність таких принципово важливих можливостей, як:

- автоматизація побудови математичної моделі;
- компонентне моделювання із застосуванням досить великої кількості типових блоків;
- швидка модифікація моделі;
- створення предметно-орієнтованого середовища;
- оперативну зміну методу моделювання і т.д.

В результаті застосування систем комп'ютерної математики обмежується рішенням простих завдань, або завдань, де головне – прозорість обчислень.



Помітний розвиток отримали інтегровані системи символічної математики для персональних комп'ютерів: MathCAD, Mathematica, Maple та ін.

Лабораторна робота №1

Тема: конструювання об'єктів в системі комп'ютерної математики

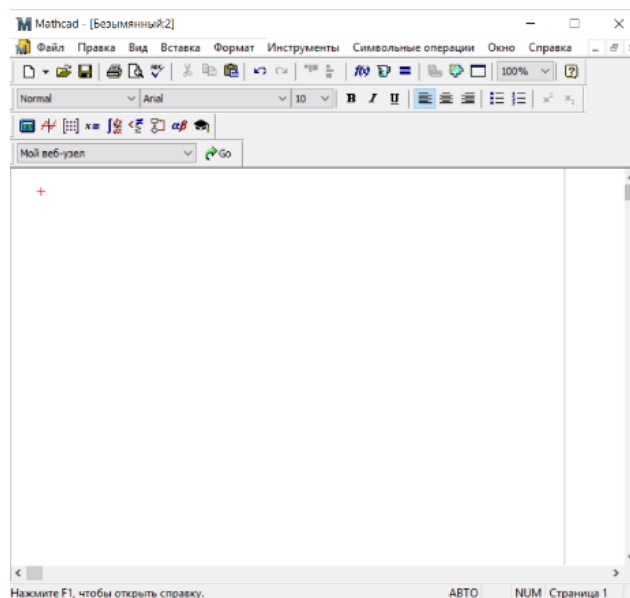
Мета роботи: практичне застосування базових функцій програмного забезпечення в системі комп'ютерної математики **Mathcad**, з метою побудови рішення системи рівнянь, що складається з функцій $f(x,y) = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$, $h(x,y) = \frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{b}$ и $v(x,y) = \frac{x^2}{2a} - \frac{y^2}{2b}$. Побудова тривимірних графіків функцій.

Теоретичні відомості.

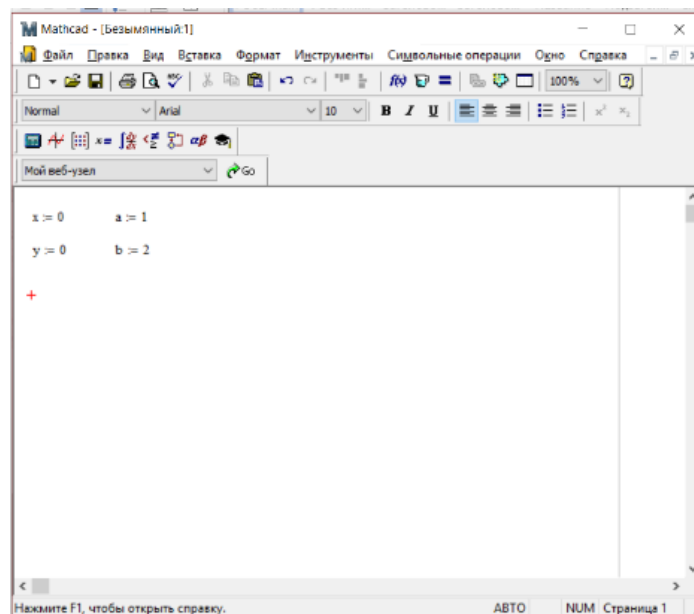
Mathcad — система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування, орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи. Mathcad містить сотні операторів і вбудованих функцій для вирішення різних технічних завдань. Програма дозволяє виконувати чисельні і символьні обчислення, проводити операції з скалярними величинами, векторами і матрицями, автоматично переводити одні одиниці вимірювання в інші.

Порядок виконання роботи

1. Відкрийте програму. Перед вами з'явиться робоче вікно.



2 Для вирішення системи рівнянь потрібно задати початкові наближення. Прийнемо їх рівними нулю. Також потрібно ввести параметри a і b , які будемо вважати рівними 1 і 2 відповідно. Введення значень здійснюється шляхом простого набору на клавіатурі.

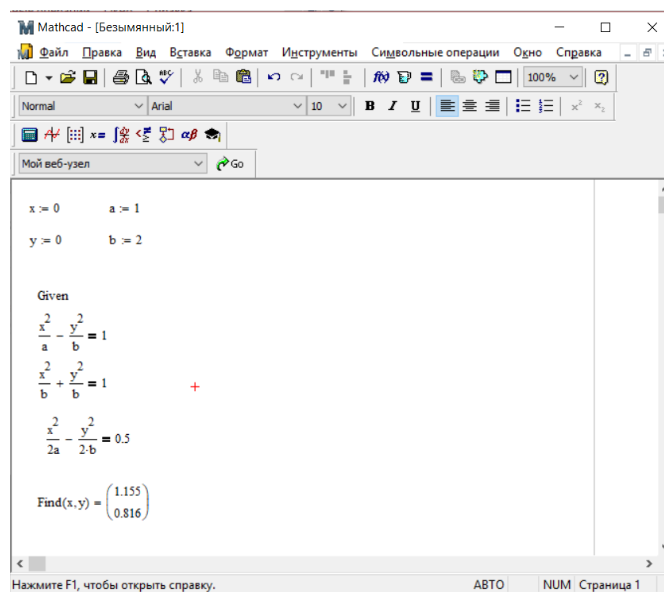


3 Тепер потрібно набрати ключове слово Given. Воно дає зрозуміти Mathcad, що далі піде система рівнянь. Набираємо рівняння, при цьому будемо вважати, що $f(x, y)$, $h(x, y)$ і $v(x, y)$ рівні 1, 1 і 0,5 відповідно. При наборі використовуйте [Ctrl] + [=], щоб поставити знак рівності. Порядок набору рівнянь значення не має.

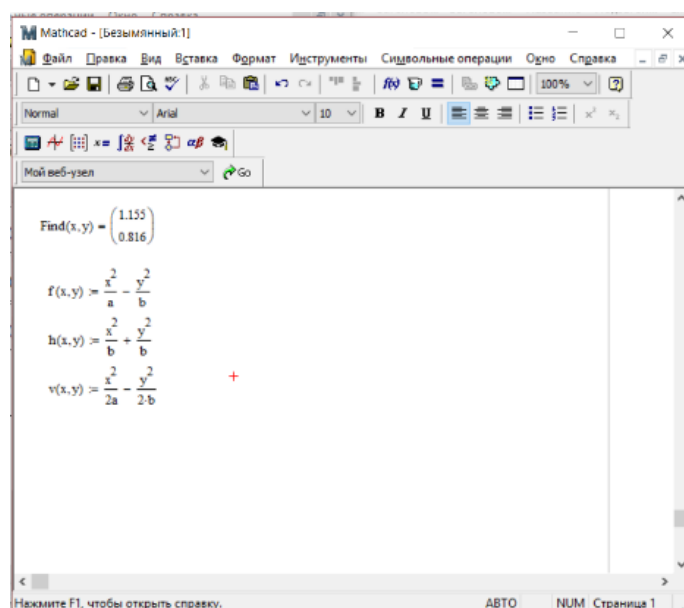
Як закінчення блоку рівнянь використовується функція Find, яка повертає точне рішення системи рівнянь. Число аргументів має дорівнювати числу невідомих. Однак Find може не дати рішення – поставлена задача може його не мати або для рівняння, яке не має дійсних розв'язків, як початкове наближення взяте дійсне число. Також в процесі пошуку рішення послідовність наближень може потрапити в точку локального мінімуму нев'язки, що також призведе до появи помилки. В цьому випадку потрібно спробувати змінити початкові наближення.

Коли Find не дає відповіді можна використовувати функцію Minerr. Якщо в результаті пошуку не може бути отримано подальше уточнення поточного наближення до вирішення, Minerr повертає це наближення. Правила використання функції Minerr такі ж, як і функції Find.

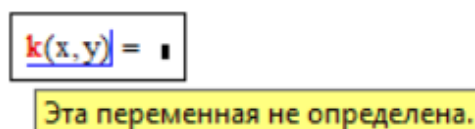
У нашому рішенні скористаємося функцією Find.



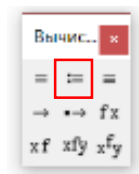
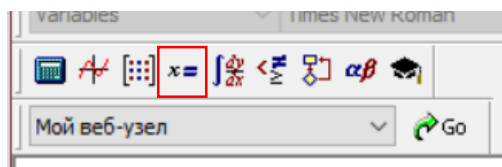
4 Перейдемо до побудови графіків. Насамперед необхідно поставити рівняння, але вже у вигляді функцій від змінних $\{x, y\}$. Параметри a і b задавати ще раз не потрібно.



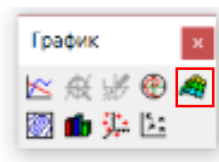
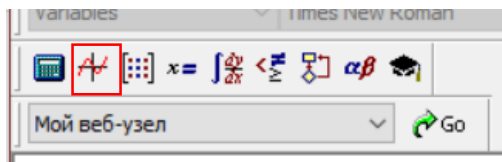
При наборі може з'являтися наступна помилка.



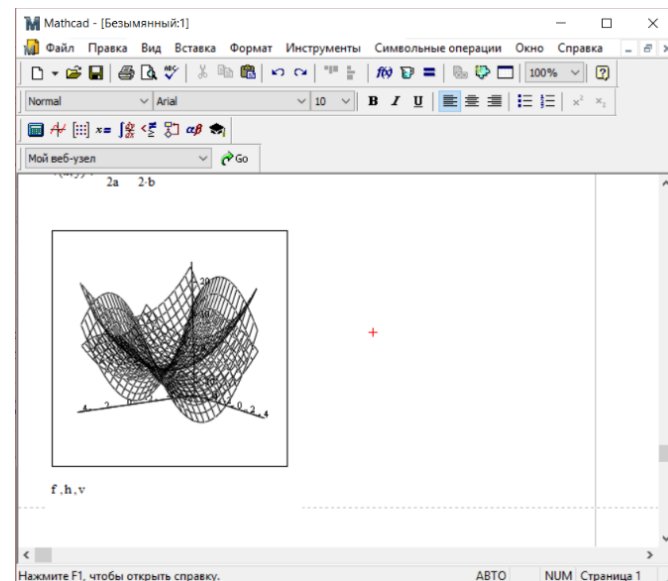
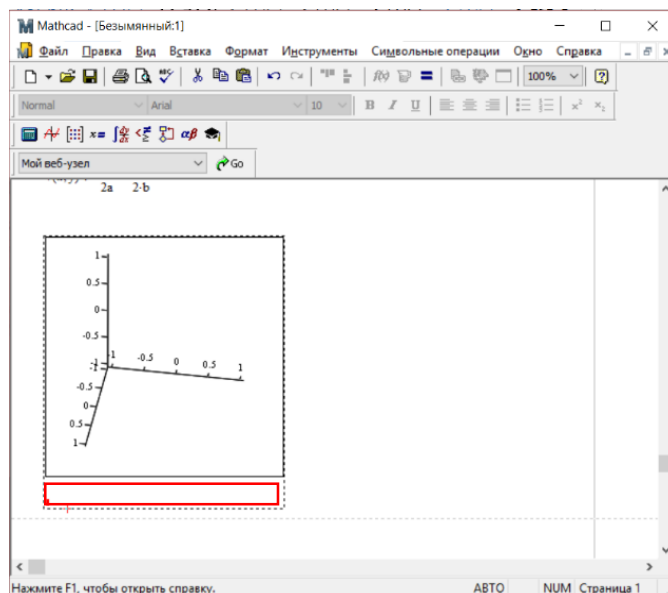
В цьому випадку відкриваємо панель інструментів «Обчислення» і вручну ставимо «:=».



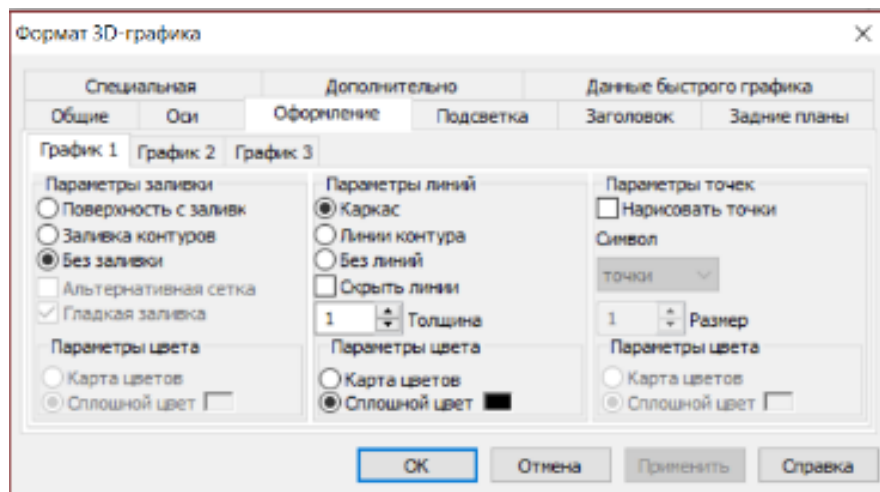
Після цього вибираємо панель інструментів «Графік» і в ній «Графік поверхні». Можна також скористатися поєднанням клавіш [Ctrl] + [2].



З'явиться вікно з координатними осями. Під ними є місцезаповнювач, в який потрібно вписати назви функцій, графіки яких ви хочете побудувати.

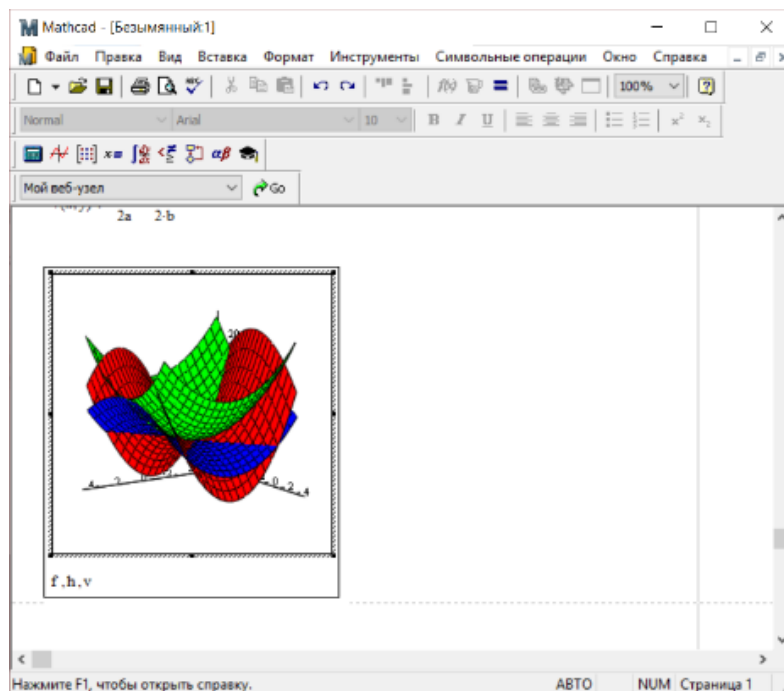


Ви можете за допомогою миші наближати і повертати графік. Для більшої наочності можна налаштувати оформлення. Для цього двічі клацніть по графіку і в вікні, виберіть вкладку «Оформлення».



Тут є три вкладки, які відповідають введеним змінним («Графік 1»= f , «Графік 2»= h і «Графік 3»= v). Виберемо параметр заливки «Поверхня з заливанням» і поставимо «Суцільний колір». При бажанні можна також налаштувати параметри відображення ліній і точок. Після виконання всіх бажаних налаштувань натискаємо «Ок» і дивимось результат.

При бажанні графіки можна намалювати в окремих вікнах.



Лабораторна робота №2

Тема: конструювання об'єктів в системі комп'ютерної математики

Мета роботи: практичне застосування базових функцій програмного забезпечення **Mathematica** з метою вирішення системи рівнянь, що складається з функцій $f(x,y) = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$, $h(x,y) = \frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{b}$ и $v(x,y) = \frac{x^2}{2a} - \frac{y^2}{2b}$. Побудова тривимірних графіків функцій.

Теоретичні відомості.

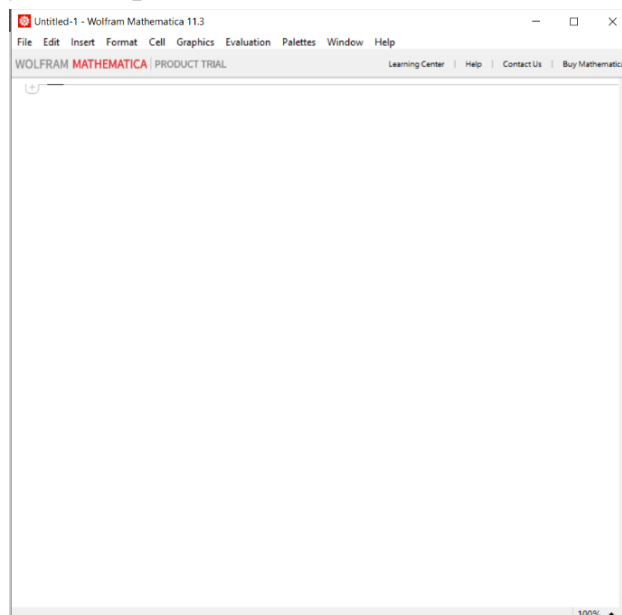
В системі Mathematica рівняння позначаються як eqns (від слова equations, що власне і означає «рівняння»). Для вирішення рівнянь (як одиночних, так і систем) в чисельному і символьному вигляді Mathematica має функцію Solve:

- Solve [eqns, vars] – робить спробу вирішити рівняння або систему рівнянь eqns щодо змінних vars;
- Solve [eqns, vars, elims] – намагається розв'язувати рівняння eqns по змінним vars, виключаючи змінні elims.

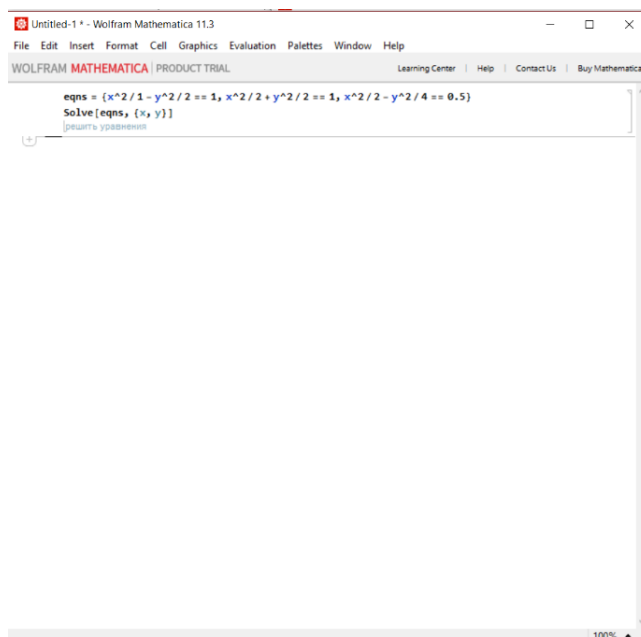
Вхідні параметри цієї функції можуть бути представлені списками або записані виразами через об'єднавчий знак «&&». У eqns як знак рівності використовується знак «= =». Для зведення в ступінь використовується «^». Більш детально про завдання рівнянь можна подивитися в документації. Зверніть увагу на те, що в певних ситуаціях система підказує тонкощі рішення, видаючи попереджувальні повідомлення. Якщо такі ситуації не є помилками, що перешкоджають вирішенню, то отримане рішення з'явиться у виводі.

Порядок виконання роботи

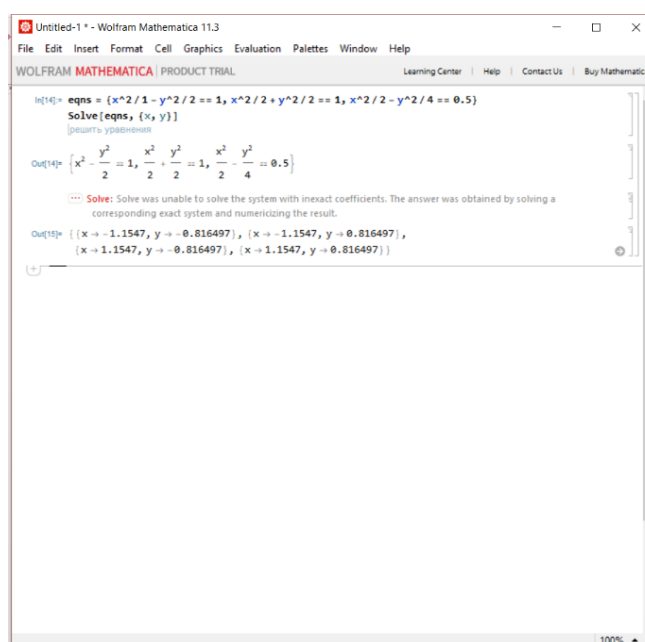
1. Запустимо програму. Створимо новий документ. Перед нами виявиться вікно, в якому ми і будемо працювати.



2. Запишемо наші рівняння в змінну eqns і викличемо метод Solve.



Для того, щоб побачити результат розрахунків, натисніть [Shift]+[Enter].

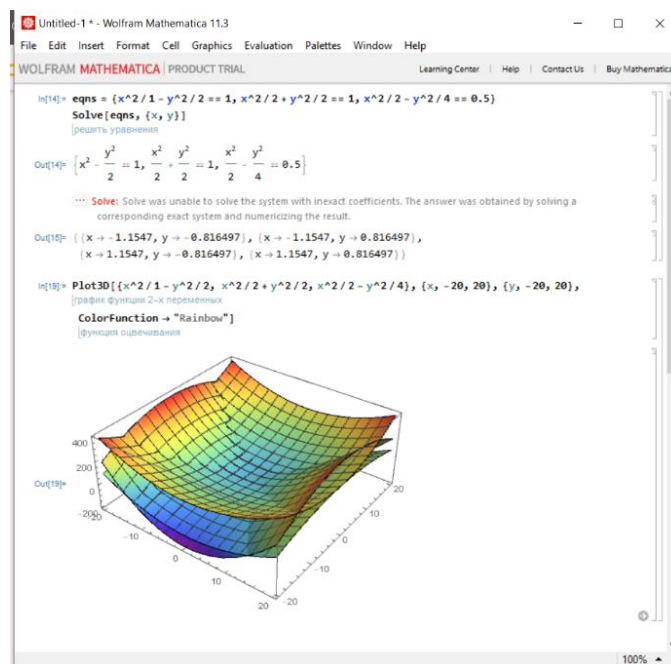


3. Наступний крок – побудова графіків поверхонь. Для цього в Mathematica використовується функція Plot3D:

- `Plot3D[f, {x, xmin, xmax}, {y, ymin, ymax}]` – будує тривимірний графік f як функції від x і y .
- `Plot3D[{f1, f2, ...}, {x, xmin, xmax}, {y, ymin, ymax}]` – будує графік декількох функцій.
- `Plot3D[..., {x, y} ∈ reg]` – будує графік для $\{x, y\}$, які знаходяться в геометричній області reg .

За замовчуванням Mathematica розфарбовує графіки згідно простої моделі освітленості, коли колір кожної ділянки залежить в основному від орієнтації кожного сегмента поверхні щодо джерел світла. Але такий спосіб може привести до бідних колірних графіків.

Управляти кольоровою гамою функції Plot3D можна за допомогою опції ColorFunction. Для Plot3D функція ColorFunction буде приймати 3 аргументу – координати x , y , що використовуються в вираженні, і z – значення виразу. Або можна задати вже готову кольорову модель, просто вписавши її назву. Скористаємося саме цим способом і розфарбуємо наші графіки в кольори веселки.



Лабораторна робота №3

Тема: конструювання об'єктів в системі комп'ютерної математики

Мета роботи: практичне застосування базових функцій програмного забезпечення **Maple**. з метою вирішення системи рівнянь, що складається з функцій $f(x,y) = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$, $h(x,y) = \frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{b}$ и $v(x,y) = \frac{x^2}{2a} - \frac{y^2}{2b}$. Побудова тривимірних графіків функцій.

Теоретичні відомості.

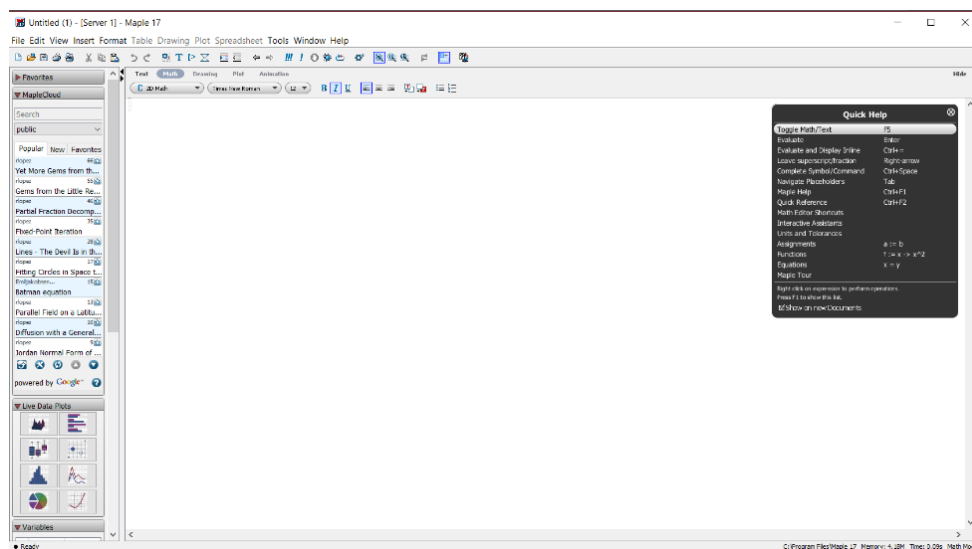
Maple – система комп'ютерної математики, яка розрахована на широке коло користувачів. Система здатна виконувати швидко і ефективно не тільки символічні, а й чисельні розрахунки, причому сполучить це із чудовими засобами графічної візуалізації і підготовки електронних документів.

Використання Maple простягається від вирішення навчальних завдань в вузах до моделювання складних фізичних об'єктів, систем і пристроїв, і навіть створення художньої графіки (наприклад, фракталів).

Система Maple може з успіхом застосовуватися для вирішення найсерйозніших математичних задач аеродинаміки, теорії поля, теплопровідності і дифузії, теоретичної механіки та ін. Рішення таких завдань нерідко є багаторічною працею елітних наукових колективів.

Порядок виконання роботи

1. Запускаємо програму. Перед нами стартове вікно.

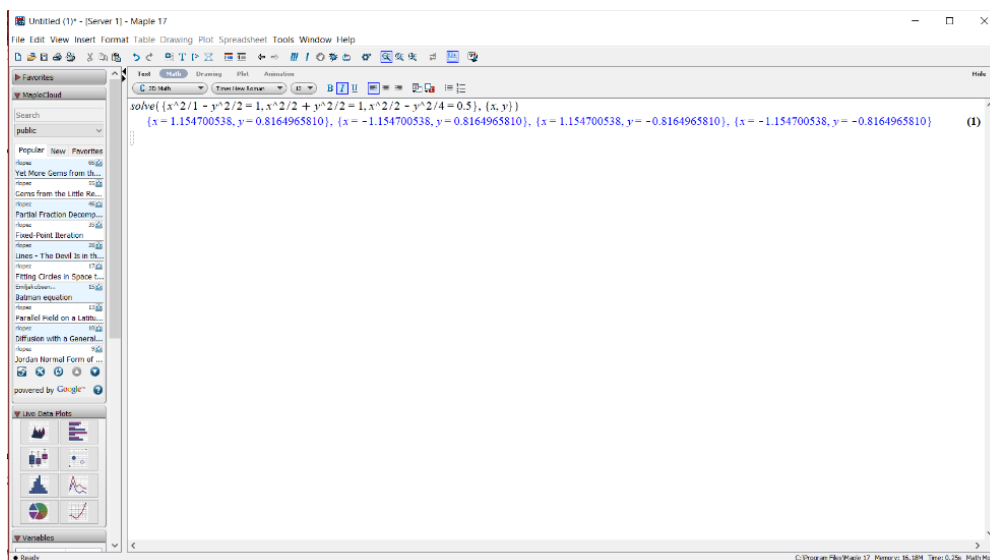


2. Потрібно ввести наші рівняння. Для вирішення рівнянь, систем рівнянь і нерівностей в Maple використовується команда `solve`. Крім команди `solve` в Maple є ціле сімейство її аналогів для вирішення рівнянь спеціального виду:

- `dsolve` і `pdsolve` використовуються для вирішення диференціальних рівнянь;
- `isolve` – для вирішення рівнянь в цілих числах;
- `msolve` – для вирішення порівнянь по модулю;
- `rsolve` – для явного знаходження формули загального члена рекуррентно заданих послідовностей;
- `fsolve` – для чисельного рішення рівнянь.

Зверніть увагу: якщо перший аргумент `solve` не є рівнянням (або нерівністю), то Maple трактує його так, як якщо б цей вираз було прирівняний до 0.

Синтаксис Maple подібний Mathematica, але використовує просто «=». Для того, щоб побачити результати досить просто натиснути на [Enter].



3. Для побудови графіків в Maple використовується така ж команда, як і в Mathematica, – `plot3d`. Параметри цієї команди частково збігаються з параметрами команди `plot`. До часто використовуваних параметрах команди `plot3d` відноситься `light=[angl1, angl2, c1, c2, c3]` – завдання підсвічування поверхні, створюваної джерелом світла з точки зі сферичними координатами ($angl1$, $angl2$). Колір визначається частками червоного ($c1$), зеленого ($c2$) і синього ($c3$) квітів, які знаходяться в інтервалі $[0, 1]$. Параметр `style=opt` задає стиль малюнка: `POINT` – точка, `LINE` – лінії, `HIDDEN` – сітка з видаленням невидимих ліній, `PATCH` – заповнювач (встановлено за умовчанням), `WIREFRAME` – сітка з висновком невидимих ліній,

CONTOUR – лінії рівня, PATCHCONTOUR – заповнювач і лінії рівня. Параметр *shading=opt* задає функцію інтенсивності заповнювач, його значення дорівнює *xuz* – за замовчуванням, NONE – без розмальовки.

Вкажемо в якості параметрів наступні значення:

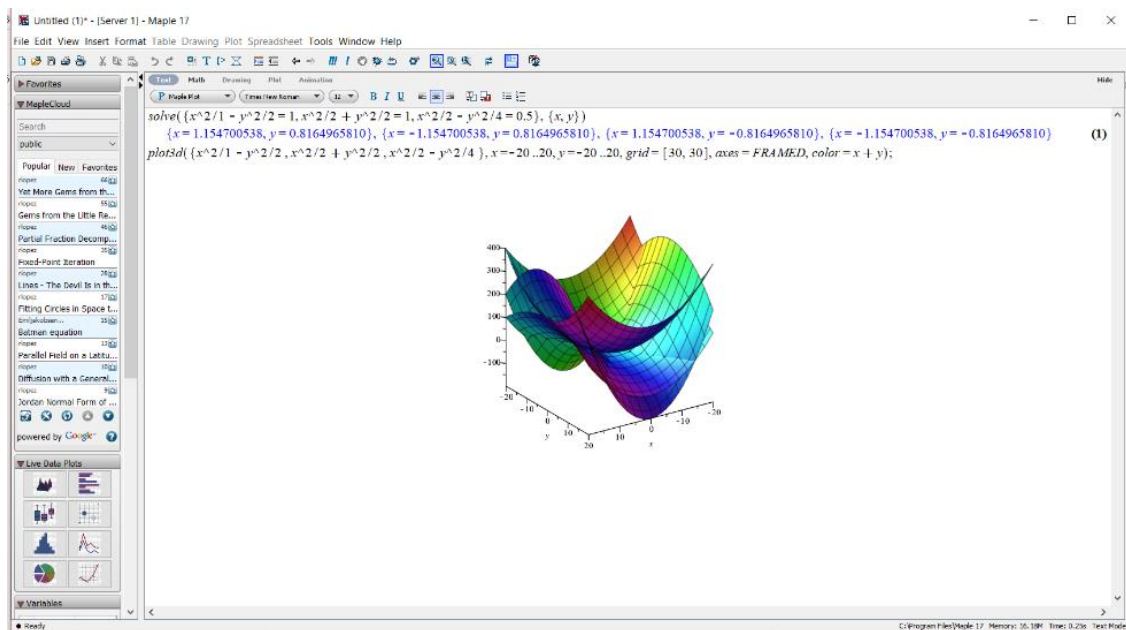
$x = -20..20$;

$y = -20..20$;

$grid=[30, 30]$;

$axes=FRAMED$;

$color = x+y$.



Лабораторна робота №4

Тема: моделювання проектування об'єктів за допомогою системи комп'ютерної математики

Мета: практичне застосування базових функцій програмного забезпечення **MATLAB**. з метою вирішення системи рівнянь, що складається з функцій $f(x,y) = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$, $h(x,y) = \frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{b}$ и $v(x,y) = \frac{x^2}{2a} - \frac{y^2}{2b}$. Побудова тривимірних графіків функцій.

Теоретичні відомості.

MATLAB – одна з систем автоматизації математичних розрахунків, побудована на розширеному поданні та застосуванні матричних операцій. Однак синтаксис мови програмування системи настільки продуманий, що ця орієнтація майже не відчувається тими користувачами, яких не цікавлять безпосередньо матричні обчислення. Матриці широко застосовуються в складних математичних розрахунках, наприклад при вирішенні задач лінійної алгебри та математичного моделювання статичних і динамічних систем і об'єктів. Вони є основою автоматичного складання і рішення рівнянь стану динамічних об'єктів і систем.

Арсенал засобів MATLAB для вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь досить багатий і включає в себе:

- рішення систем з квадратними і прямокутними матрицями;
- рішення систем прямими і ітераційними (в тому числі з можливістю передобумовлення) методами;
- матричні розкладання;
- зберігання великих розріджених матриць в компактній формі і спеціальні алгоритми для вирішення систем з такими матрицями.

Для вирішення систем рівнянь в MATLAB є кілька методів.

Найпоширеніший – метод зворотної матриці. Його суть полягає в тому, що спочатку необхідно виписати коефіцієнти при змінних (тобто ті коефіцієнти, які знаходяться зліва) в одну матрицю, а вільний член (тобто те, що справа) в іншу. Але для реалізації цього методу (і наступних методів теж) потрібно одна умова: щоб визначник матриці, складеної з коефіцієнтів лівої здебільшого не дорівнював нулю, і бажано, щоб матриця була квадратною, інакше можуть виникати помилки. Далі потрібно знайти зворотну матрицю і помножити її на матрицю вільних членів. В MATLAB для оберненої матриці використовується оператор `inv`.

Метод Гаусса використовує оператор лівого ділення – `\`, але в іншому схожий на попередній метод. Потрібно просто розділити матрицю коефіцієнтів на матрицю вільних членів.

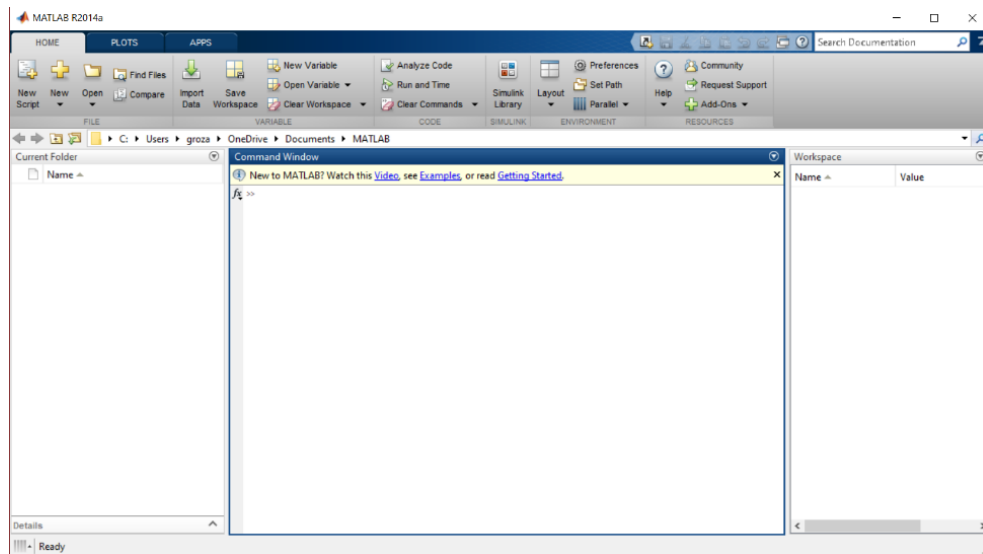
Також можна вирішувати системи через розкладання матриць. Знаходження рішення таким чином відрізняється швидкістю і точністю отриманих результатів. Можливі такі розкладання:

- розкладання Холецького
- LU розкладання
- QR розкладання

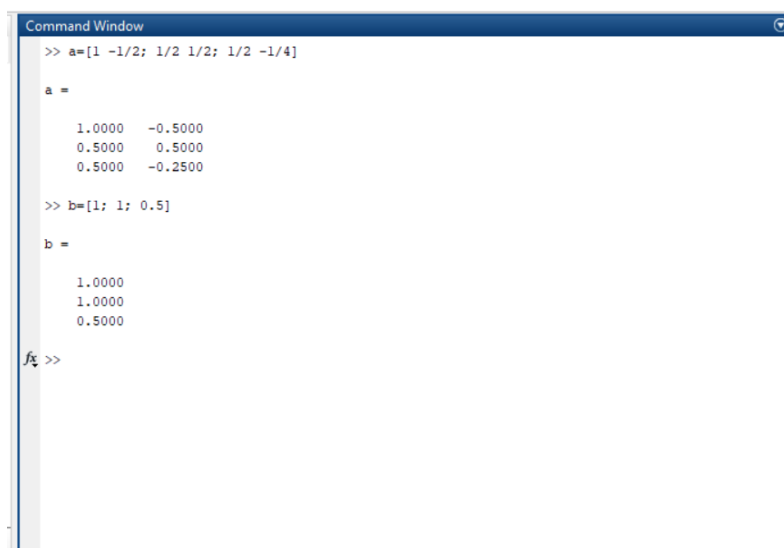
MATLAB також має стандартну функцію для вирішення систем рівнянь — `linsolve`. Нею ми й скористаємося.

Порядок виконання роботи.

1. Спочатку запускаємо програму і бачимо перед собою стартове вікно.



2. Вписуємо коефіцієнти при x і y в одну матрицю, а вільний член (значення після «=») в іншу.



Скористаємося `linsolve`.

```

Command Window
>> a=[1 -1/2; 1/2 1/2; 1/2 -1/4]

a =

    1.0000    -0.5000
    0.5000     0.5000
    0.5000    -0.2500

>> b=[1; 1; 0.5]

b =

    1.0000
    1.0000
    0.5000

>> x=linsolve(a,b)

x =

    1.3333
    0.6667

f_x >>

```

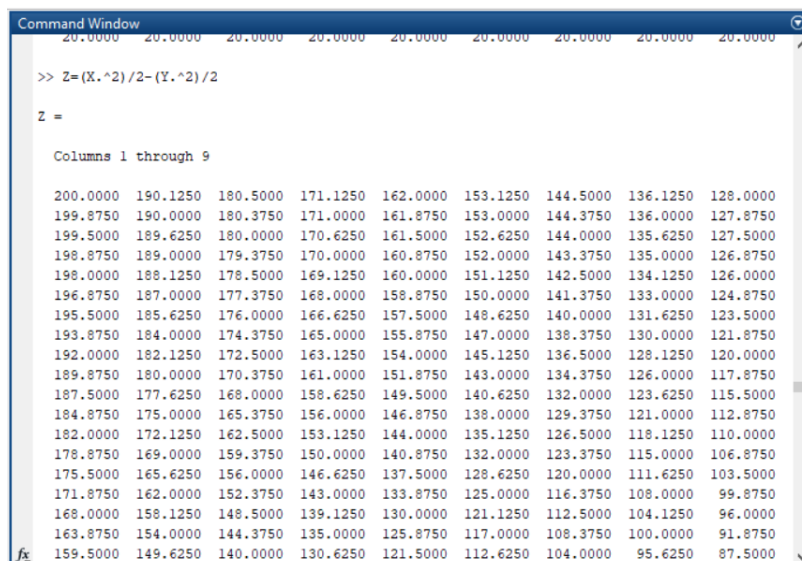
3. Побудову графіка розглянемо на прикладі першого рівняння. Побудова графіка функції двох змінних в MatLab на прямокутній області визначення змінних включає два попередніх етапи:

- Розбиття області визначення прямокутної сіткою.
- Обчислення значень функції в точках перетину ліній сітки і запис їх в таблицю.

Будемо будувати графік в області $[-20; 20]$ для x і y з кроком сітки 0.5. Для початку створимо двовимірні масиви, в яких будуть зберігатися координати вузлів. Для цього скористаємося оператором `meshgrid`.

[illegible]

Тепер розрахуємо значення Z .



```
Command Window
20.0000 20.0000 20.0000 20.0000 20.0000 20.0000 20.0000 20.0000

>> Z=(X.^2)/2-(Y.^2)/2

Z =

Columns 1 through 9

200.0000 190.1250 180.5000 171.1250 162.0000 153.1250 144.5000 136.1250 128.0000
199.8750 190.0000 180.3750 171.0000 161.8750 153.0000 144.3750 136.0000 127.8750
199.5000 189.6250 180.0000 170.6250 161.5000 152.6250 144.0000 135.6250 127.5000
198.8750 189.0000 179.3750 170.0000 160.8750 152.0000 143.3750 135.0000 126.8750
198.0000 188.1250 178.5000 169.1250 160.0000 151.1250 142.5000 134.1250 126.0000
196.8750 187.0000 177.3750 168.0000 158.8750 150.0000 141.3750 133.0000 124.8750
195.5000 185.6250 176.0000 166.6250 157.5000 148.6250 140.0000 131.6250 123.5000
193.8750 184.0000 174.3750 165.0000 155.8750 147.0000 138.3750 130.0000 121.8750
192.0000 182.1250 172.5000 163.1250 154.0000 145.1250 136.5000 128.1250 120.0000
189.8750 180.0000 170.3750 161.0000 151.8750 143.0000 134.3750 126.0000 117.8750
187.5000 177.6250 168.0000 158.6250 149.5000 140.6250 132.0000 123.6250 115.5000
184.8750 175.0000 165.3750 156.0000 146.8750 138.0000 129.3750 121.0000 112.8750
182.0000 172.1250 162.5000 153.1250 144.0000 135.1250 126.5000 118.1250 110.0000
178.8750 169.0000 159.3750 150.0000 140.8750 132.0000 123.3750 115.0000 106.8750
175.5000 165.6250 156.0000 146.6250 137.5000 128.6250 120.0000 111.6250 103.5000
171.8750 162.0000 152.3750 143.0000 133.8750 125.0000 116.3750 108.0000 99.8750
168.0000 158.1250 148.5000 139.1250 130.0000 121.1250 112.5000 104.1250 96.0000
163.8750 154.0000 144.3750 135.0000 125.8750 117.0000 108.3750 100.0000 91.8750
159.5000 149.6250 140.0000 130.6250 121.5000 112.6250 104.0000 95.6250 87.5000
```

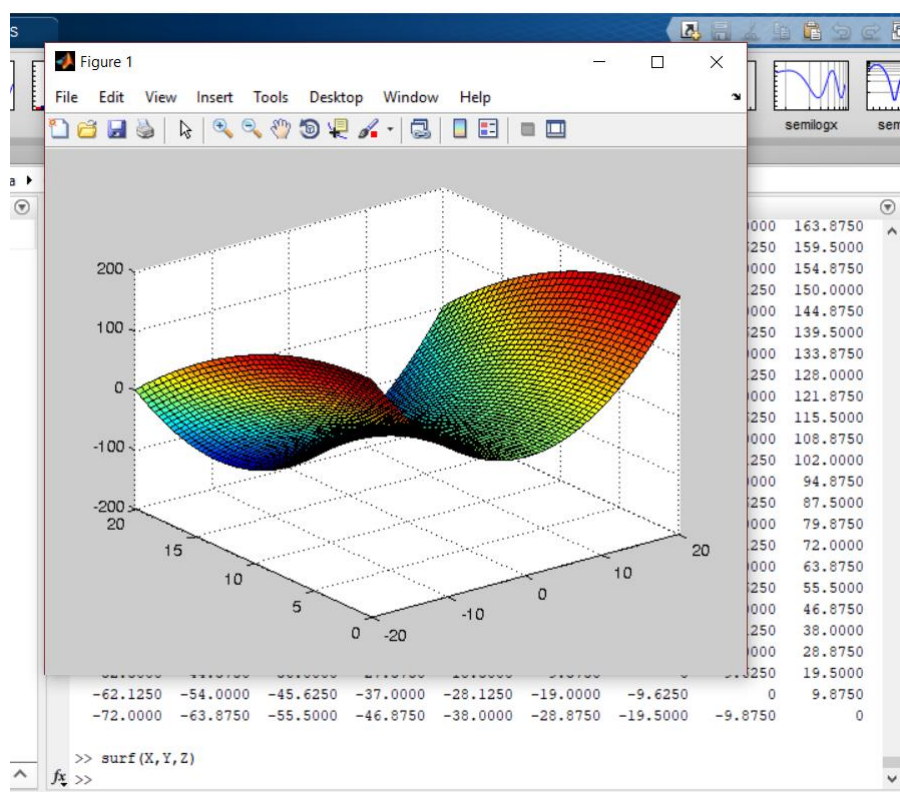
4. Для побудови поверхонь є дві команди – `mesh` і `surf`. Перша будує каркасну поверхню, друга заливає кожну клітину поверхні кольором. Також є команда `colorbar`, яка виводить поруч з графіком стовпець, який встановлює відповідність між кольором і значенням функції. Колір ліній поверхні відповідає значенням функції.

Команда `shading flat` дозволяє прибирати каркасні лінії. Для отримання поверхні, плавно залитої кольором, залежним від значень функції, призначена команда `shading interp`. За допомогою `shading faceted` можна повернутися до поверхні з каркасними лініями.

Користуючись кольоровою поверхнею, важко зробити висновок про значення функції в тій чи іншій точці площини xy . Команди `meshc` або `surfc` дозволяють отримати більш точне уявлення про поведінку функції. Ці команди будують каркасну поверхню або залиту кольором каркасну поверхню і розміщують на площині xy лінії рівня функції.

MatLab дозволяє побудувати поверхню, що складається з ліній рівня, за допомогою функції `contour3`. При цьому число ліній рівня вибирається автоматично, але є можливість задати або число ліній рівня, або вектор, елементи якого дорівнюють значенням функції, що відображається у вигляді ліній рівня.

Скористаємося командою surf.



Контрольні питання за темою:
«Інформаційні системи комп'ютерної математики»

1. Сфери використання систем комп'ютерної математики.
2. Переваги та недоліки систем комп'ютерної математики.
3. Особливості систем комп'ютерної математики.
4. Динамічна візуалізація символьних виразів і графічних об'єктів. Створення інтерактивних об'єктів.
5. Алгоритм рішення системи рівнянь в Mathcad.
6. Різниця між операторами Find і Minerr в Mathcad.
7. Алгоритм побудови графіка в Mathcad.
8. Алгоритм рішення системи рівнянь в Mathematica.
9. Оператори для вирішення системи рівнянь в Mathematica.
10. Побудова графіків в Mathematica.
11. Алгоритм рішення системи рівнянь в Maple.
12. Команди для вирішення систем рівнянь в Maple.
13. Побудова графіків в Maple.
14. Алгоритм рішення системи рівнянь в Matlab.
15. Способи вирішення системи рівнянь в Matlab.
16. Побудова графіків в Matlab.
17. Порівняльна характеристика використання різних інформаційних систем при вирішенні в ній і побудові графіків.

Список літератури

1. Информационные системы конструирования и моделирования объектов : учебн. пособ. / И.Ю. Адашевская /. Харьков: «НТМТ», 2016. – 200 с.
2. Колесов Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем / Ю.Б.Колесов. – С.-Петербург : СПб ГПУ, 2009. – 239 с.
3. Трусова П.В. Введение в математическое моделирование : учебн. пособ. / П.В.Трусова. – М.: Университетская книга, Логос, 2007. – 440 с.
4. Советов Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учеб. пособ./ Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М: Высшая школа, 2005. – 295 с.
5. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования: учебн. пособ. для вузов. / Р. Ф. Маликов – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 280 с.
6. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Maple>
7. <http://mathhelpplanet.com>
8. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебн. пособ. для вузов. / С. В. Поршнев – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 736 с.
9. Getting Started with MATLAB, pdf документ; пер. с англ. Конюшенко В.В. konushenko@afrodita.phys.msu.su
10. <http://mathcad.com.ua>

ДЛЯ ПРИМІТОК

ДЛЯ ПРИМІТОК

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Методи конструювання об'єктів в комп'ютерних системах (Частина I)

для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Укладач: АДАШЕВСЬКА Ірина Юріївна

За авторською редакцією

План 2018 р., поз. 70 .

Підписано до друку 24.05.18 . Формат 60×84 1/16.

Папір друк. № 2.

Друк-ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.

Наклад 50 прим. Зам. № 12. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Свідоцтво про реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2017 р.

Друкарня НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2